

1、一种异常初至时间修正方法，其特征在于，包括以下步骤：

A、根据采集的地震数据计算每道每一个采样点的能量比值，得到所述道的能量比值曲线；

B、从所述道的能量比值曲线中得到最大值对应的采样点，并将采样点作为相应地震道初至时间的样点；

C、利用滑动时窗对初至时间线性拟合，根据初至时间与拟合线的距离确定可靠初至时间；

D、计算可靠初至时间的正负波形面积、两个面积的比值、比值的均值以及初至波峰点能量的均值；

E、计算异常初至道在预设的时窗内每个子波的正负波形面积的比值和每个子波的波峰点能量；

F、根据上述得到的数据计算异常初至道在预设的时窗内每个子波的综合评价价值，确定异常初至时间的正确初至时间；

异常初至道在预设的时窗内每个子波的综合评价公式如下：

$$S = \varepsilon_1 \cdot \left| \frac{E_{k_1}}{\bar{E}_{k_1-1}} - 1 \right| + \varepsilon_2 \cdot \left| \frac{P_{k_1}}{\bar{P}_{k_1-1}} - 1 \right|$$

式中：S 为子波的综合评价价值，最小值对应的子波为第  $k_1$  道的初至时间， $E_{k_1}$  和  $P_{k_1}$  分别为第  $k_1$  道预设时窗内某个子波的波峰点能量和正负波形面积比值， $\bar{E}_{k_1-1}$  和  $\bar{P}_{k_1-1}$  分别为与第  $k_1-1$  道相邻的  $l$  道可靠初至波峰点能量的均值和正负波形面积比值的均值， $\varepsilon_1$  和  $\varepsilon_2$  为加权系数， $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 1$ ， $l$  为预设的可靠初至时间的道数；

G、滑动着对所有异常初至时间进行计算修正。

2、根据权利要求 1 所述的一种异常初至时间修正方法，其特征在于，所述步骤 A 中采集的地震数据利用预设的能量比值公式计算每道每一个采样点的能量比值，其预设的能量比值公式如下：

$$R_i(r) = \frac{\frac{\alpha}{n} \sum_{j=0}^r |x_j| + \sum_{j=r}^{r+w} |x_j|}{\frac{\alpha}{n} \sum_{j=0}^r |x_j| + \sum_{j=r-w}^r |x_j|} \cdot \left| \sum_{j=r}^{r+w} |x_j| - \sum_{j=r-w}^r |x_j| \right| \cdot r^\beta$$

式中： $R_i(r)$  代表第  $i$  道第  $r$  个采样点的能量比值， $w$  为计算时窗的点数， $i$  为地震道道号， $1 \leq i \leq m$ ， $r$  为对应的第  $i$  道的采样点点号， $1 \leq r \leq n$ ， $n$  为一道的采样点数， $\alpha$  为稳定因子， $\beta$  为大于 0 的整数。

3、根据权利要求 1 所述的一种异常初至时间修正方法，其特征在于，所述步骤 C 的具体过程为：

a、以第一道初至时间为起点，滑动时窗长度为  $L$ ，滑动步长为 1，逐道滑动着对拾取的初至时间线性拟合，计算滑动时窗内每道初至时间与拟合直线的时间差，若滑动时窗内某道大于给定的阈值  $\delta$ ，则为异常初至，否则为可靠初至；

b、以第一道初至时间为起点，确定第  $k_1$  道为第一个异常初至时间，逐道滑动着向后寻找，直到第  $k_2$  道为异常初至，且第  $k_2+1$  道为可靠初至时，将第  $k_1$  至  $k_2$  道之间的初至时间标记为异常初至段，对所有拾取的异常初至时间进行标记。

4、根据权利要求 1 所述的一种异常初至时间修正方法，其特征在于，所述步骤 D 中可靠初至时间的正负波形面积比值的计算公式如下：

$$P_{k_1-d} = \frac{A_{(k_1-d)1}}{A_{(k_1-d)2}}$$

式中： $P_{k_1-d}$  为第  $k_1-d$  道可靠初至时间的正负波形面积比值， $A_{(k_1-d)1}$  和  $A_{(k_1-d)2}$  分别为第  $k_1-d$  道初至时间的正波形面积和负波形面积，且  $d$  为大于等于 1 小于等于  $l$  的正整数， $l$  为预设的可靠初至时间的道数。

5、根据权利要求 1 所述的一种异常初至时间修正方法，其特征在于，所述步骤 D 中比值的均值的计算公式如下：

$$\bar{P}_{k_1-l} = \frac{\sum_{d=1}^l P_{k_1-d}}{l}$$

式中： $\bar{P}_{k_1-1}$  为与第  $k_1-1$  道相邻的可靠初至时间的正负波形面积比值的均值， $P_{k_1-d}$  为第  $k_1-d$  道可靠初至时间的正负波形面积比值， $d$  为大于等于 1 小于等于  $l$  的正整数， $l$  为预设的可靠初至时间的道数。

6、根据权利要求 1 所述的一种异常初至时间修正方法，其特征在于，所述步骤 D 中初至波峰点能量的均值的计算公式如下：

$$\bar{E}_{k_1-1} = \frac{\sum_{d=1}^l E_{k_1-d}}{l}$$

式中： $\bar{E}_{k_1-1}$  为与第  $k_1-1$  道相邻的  $l$  道可靠初至波峰点能量的均值， $E_{k_1-d}$  为第  $k_1-d$  道可靠初至波峰点的能量，且  $d$  为大于等于 1 小于等于  $l$  的正整数， $l$  为预设的可靠初至时间的道数。

7、根据权利要求 1 所述的一种异常初至时间修正方法，其特征在于，所述步骤 E 的具体过程为：从确定的可靠初至时间相邻的异常初至时间第  $k_1$  道开始，逐道计算在预设的时窗内每个子波的正负波形面积比值  $P_{k_1}$  和子波的波峰点能量为  $E_{k_1}$ ：

$$P_{k_1} = \frac{A_{k_11}}{A_{k_12}}$$

式中： $A_{k_11}$  和  $A_{k_12}$  分别为第  $k_1$  道预设的时窗内某个子波的正波形面积和负波形面积，给定的时窗为以相邻的可靠初至时间为中心，上下分别取  $T$  毫秒为时窗的长度，第  $k_1+1$  道以第  $k_1$  道修正后的初至为中心给定时窗，逐道滑动着确定第  $k_1+2$  至  $k_2+1$  道的时窗。

8、根据权利要求 1 所述的一种异常初至时间修正方法，其特征在于，所述步骤 F 中通过预设时窗计算可靠初至的初至时间与实际的初至时间的差的绝对值来确定异常初至道的正确初至时间。

9、根据权利要求 8 所述的一种异常初至时间修正方法，其特征在于，所述

## 权 利 要 求 书

---

确定异常初至道的正确初至时间的具体过程为：根据上述计算预设时窗内每个子波的综合评价值，确定了第  $k_1$  道的初至时间，将第  $k_1$  道作为可靠初至时间，依次计算第  $k_1+1$  至  $k_2+1$  道的初至时间，计算第  $k_2+1$  道的初至时间和实际的初至时间的差的绝对值，若所述差的绝对值小于 1，则计算的第  $k_1$  至  $k_2$  道的初至时间是正确的，否则确定的第  $k_1$  至  $k_2$  道的初至时间是错误的；

如果上述计算的第  $k_1$  至  $k_2$  道的初至时间是错误的，则以第  $k_2+1$  道为起始位置，依次计算第  $k_2$  至  $k_1-1$  道的初至时间，如果计算的第  $k_1-1$  道的初至时间和实际的初至时间的差的绝对值小于 1，则计算的第  $k_2$  至  $k_1$  道的初至时间是正确的，否则确定的第  $k_1$  至  $k_2$  道的初至时间是错误的，第  $k_1$  至  $k_2$  道的初至时间是 0。